

ANALISIS PERBANDINGAN KALIBRASI CURAH HUJAN JAM-JAMAN MENGUNAKAN STASIUN HUJAN HULU DAN HILIR

NICKO FADHIL MUHAMMAD¹, RAHMA NINDYA AYU HAPSARI², DHONY
PRIYO SUSENO³

Dosen Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang¹²³
Email: nicko-fadhil@untagsmg.ac.id¹, rahma-nadya@untagsmg.ac.id²,
dhonyps@untagsmg.ac.id³

DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v6i1.3233>

Abstrak: Kota Semarang merupakan Ibu Kota Provinsi Jawa Tengah. Di dalam Kota Semarang terdapat 2 kanal banjir, yaitu Kanal Banjir Timur dan Kanal Banjir Barat. Hulu Kanal Banjir Timur adalah Sungai Gede dan Sungai Krengseng. Di dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) Pucang Gading (Sungai Gede dan Sungai Krengseng) terdapat beberapa lokasi penting diantaranya adalah kantor pemerintahan, perguruan tinggi, perumahan & pemukiman padat penduduk, jalur transportasi, pusat perdagangan dan lain sebagainya. Penelitian terdahulu yang membahas tentang analisis untuk mereduksi debit banjir di dalam DAS Pucang Gading membutuhkan data masukan untuk menganalisis debit banjir kala ulang. Data tersebut diantaranya adalah data curah hujan (CH) jam-jaman. Sedangkan, data CH yang tersedia di DAS Pucang Gading adalah data CH harian. Sehingga diperlukan kalibrasi untuk dapat mengolah data CH harian menjadi CH jam-jaman. Hasil analisis dan kalibrasi yang dilakukan sebagai berikut; hasil kalibrasi menggunakan stasiun hujan hulu menghasilkan distribusi yaitu: jam ke 1 = 21,21%, jam ke 2 = 21,21%, jam ke 3 = 30,30% dan jam ke 4 = 27,27%. Hasil kalibrasi menggunakan stasiun hujan hilir menghasilkan distribusi yaitu: jam ke 1 = 16,27%, jam ke 2 = 67,47%, jam ke 3 = 12,65% dan jam ke 4 = 3,61%.

Kata kunci: DAS, Curah Hujan, Kalibrasi.

A. Pendahuluan

Kota Semarang merupakan Ibu Kota Provinsi Jawa Tengah. Di dalam Kota Semarang terdapat 2 kanal banjir, yaitu Kanal Banjir Timur dan Kanal Banjir Barat. Hulu Kanal Banjir Timur adalah Sungai Gede dan Sungai Krengseng. Dua sungai tersebut bertemu kemudian mengalir hingga Bendung Pucang Gading, kemudian alirannya dibagi menjadi 3 sungai yaitu Sungai Babon, Dombo Sayung dan Kanal Banjir Timur.

Di dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) Pucang Gading (Sungai Gede dan Sungai Krengseng) terdapat beberapa lokasi penting diantaranya adalah kantor pemerintahan, perguruan tinggi negeri & swasta, sekolah, perumahan & pemukiman padat penduduk, jalur transportasi penting, pusat perdagangan dan lain sebagainya. Tempat-tempat tersebut harus aman dari bahaya bencana alam, salah satunya bencana banjir. Penanganan banjir dapat berupa pembangunan bangunan pengendali banjir yaitu normalisasi sungai, pembangunan talud, pembangunan embung dan sebagainya.

Penelitian terdahulu yang membahas tentang analisis untuk mereduksi debit banjir di dalam DAS Pucang Gading membutuhkan data masukan untuk menganalisis debit banjir kala ulang (Q5, Q10, Q20, Q50 dan Q100). Data tersebut diantaranya adalah data curah hujan (CH) jam-jaman. Sedangkan, data CH yang tersedia di DAS Pucang Gading adalah data CH harian. Sehingga diperlukan kalibrasi untuk dapat mengolah data CH harian menjadi CH jam-jaman. CH jam-jaman pada penelitian tersebut menggunakan

data CH harian dari Stasiun Hujan Ahmad Yani sebagai acuan untuk dikalibrasi. Bobot distribusi hasil dari kalibrasi tersebut adalah pada jam ke 1 = 12,32%, jam ke 2 = 49,90%, jam ke 3 = 24,22% dan jam ke 4 = 13,57% (Muhammad, et al. 2021).

Stasiun Hujan Ahmad Yani lokasinya berada di luar DAS Pucang Gading. Stasiun hujan tersebut berada di dalam DAS Garang yang muaranya ke Kanal Banjir Barat Kota Semarang. Sedangkan Sungai Gede dan Sungai Krengseng alirannya menuju 3 sungai (Babon, Dombo Sayung dan Kanal Banjir Timur), sehingga diperlukan pembandingan lebih untuk mendapatkan hasil kalibrasi yang lebih beragam dan mendekati akurat.

B. Metodologi Penelitian

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis CH dengan polygon Thiessen.
2. Menganalisis distribusi dan penentuan jenis sebaran.
3. Menghitung CH jam-jaman.
4. Membandingkan nilai hasil kalibrasi CH jam-jaman dari data stasiun hujan hulu dan hilir terdekat.
5. Merencanakan pembagian CH jam-jaman hasil kalibrasi di hujan kala ulang 100 tahun (R100).

Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah berupa data sekunder. Data-datanya adalah sebagai berikut:

1. Data DAS Pucang Gading diambil dari jurnal penelitian sebelumnya dengan judul "Analisis Reduksi Debit Banjir di Dalam DAS Pucang Gading".
2. Data CH harian didapat dari PUSDATARU Jawa Tengah.
3. Data CH jam-jaman didapat dari BBWS Pemali Juana.

Pengolahan Data Hidrologi

Pengolahan data dilakukan melalui tahapan tahapan sebagai berikut:

- a. Perhitungan CH rata-rata tahunan

Data CH diambil dari 3 stasiun hujan yang berada di DAS Pucang Gading yaitu: Stasiun Hujan Banyumeneng, Gunung Pati dan Pucang Gading. Data CH yang digunakan adalah data CH harian dari 3 stasiun hujan tahun 2001 sampai dengan 2020. Analisis data CH menggunakan rata-rata Thiessen.

- b. Analisis distribusi

Analisis distribusi hujan menggunakan metode Normal, Gumbel, Log Pearson III dan Log Normal.

- c. Uji distribusi

Pengujian distribusi penelitian ini dilakukan menggunakan Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov. Pada Penelitian ini analisis dan uji distribusi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Aprob.

C. Analisis dan Pembahasan

Peta DAS

Peta DAS diambil dari penelitian terdahulu seperti digambarkan pada Gambar 1 (Muhammad, et al. 2021).

Analisis Curah Hujan harian

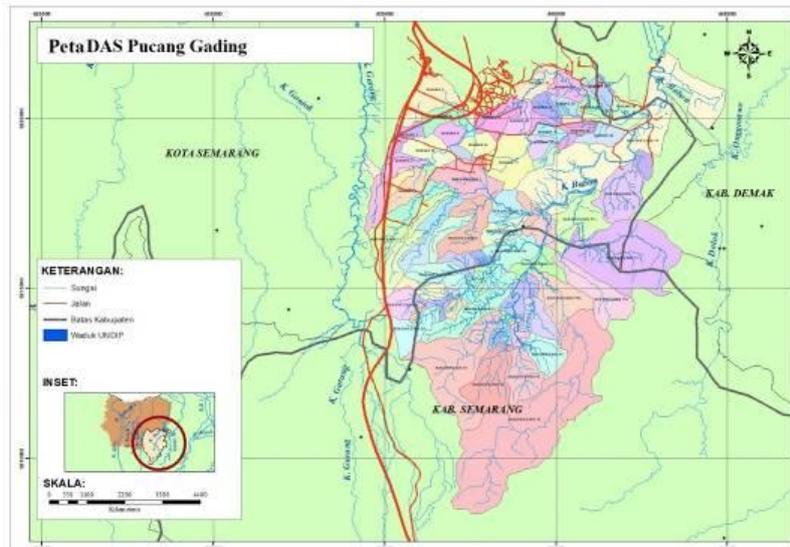
Analisis CH menggunakan 3 stasiun hujan yaitu: Stasiun Hujan Gunung Pati, Banyumeneng dan Pucang Gading. Data yang digunakan adalah data CH harian dari tahun 2001 sampai dengan 2020 Hasil perhitungan ditampilkan pada Tabel 1. Gambar

Pembagian wilayah Polygon Thiessen digambarkan pada Gambar 2. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa luasan pengaruh masing-masing stasiun adalah (Muhammad, 2021):

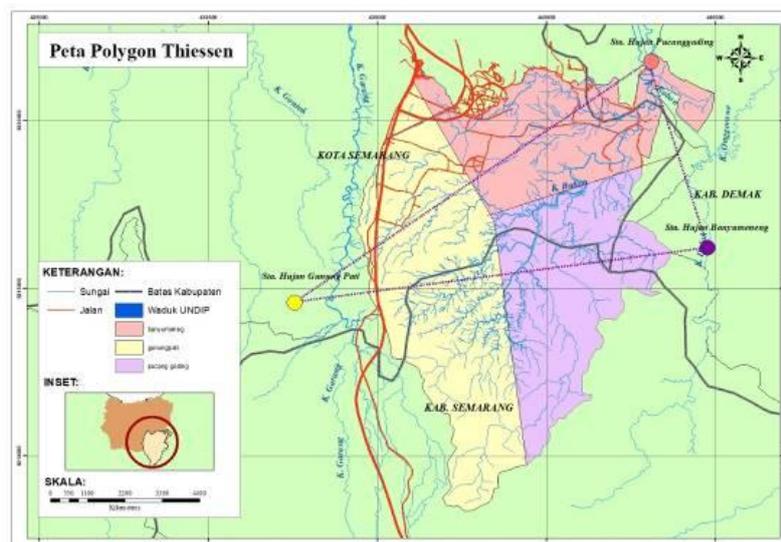
- Stasiun hujan Gunungpati memiliki pengaruh seluas $33,95 \text{ km}^2$ (43,38%).
- Stasiun hujan Banyumeneng memiliki pengaruh seluas $23,73 \text{ km}^2$ (30,32%).
- Stasiun hujan Pucang Gading memiliki pengaruh seluas $20,58 \text{ km}^2$ (26,30%).

Waktu Konsentrasi (TC)

Waktu konsentrasi atau *time concentration* (TC) di DAS Pucang Gading diambil dari hasil penelitian sebelumnya yaitu 4 jam (Muhammad, et al. 2021).



Gambar 1. Peta DAS Pucang Gading (Sumber: Muhammad, et al. 2021).



Gambar 2. Peta Polygon Thiessen (Sumber: Muhammad, et al. 2021).

Tabel 1. Hasil perhitungan hujan harian DAS Pucang Gading

Tahun	Tanggal	Curah hujan (mm)			Rata-rata	Rmax (mm)
		Pucang Gading	Gunungpati	Banyumeneng		
2001	03-Jan	100	45,0	0,0	45,818	49,853
	20-Jan	26	87,0	0,0	44,579	
	18-Nov	30	52,0	64,0	49,853	
2002	01-Apr	75	113,0	0,0	68,744	66,220
	23-Jan	24	136,0	3,0	66,220	
	15-Dec	37	0,0	96,0	38,838	
2003	16-Feb	75	60,0	0	45,751	72,178
	18-Mar	0	151,0	22,0	72,178	
	09-Dec	2	20,0	128,0	48,014	
2004	27-Jan	300	21,0	0	87,999	72,889
	07-Jan	7	147,0	24,0	72,889	
	29-Mar	29	68,0	95,0	65,931	
2005	04-Mar	75	0,0	0	19,722	52,507
	16-Jan	0	105,0	0,0	45,551	
	08-Mar	40	22,0	107,0	52,507	
2006	05-Feb	150	13,0	0	45,084	88,633
	25-Dec	50	174,0	0,0	88,633	
	28-Jan	0	86,0	95,0	66,114	
2007	19-Dec	120	20,0	0	40,232	177,432
	08-Mar	107	305,0	56,0	177,432	
	30-Dec	25	77,0	80,0	64,236	
2008	30-Jan	100	114,0	100,0	106,073	106,073
	30-Jan	100	114,0	100,0	106,073	
	30-Jan	100	114,0	100,0	106,073	
2009	08-Feb	150	0,0	0	39,444	94,332
	12-Jan	32	108,0	0,0	55,267	
	09-Jun	67	65,0	160,0	94,332	
2010	15-Dec	87	0,0	69,0	43,800	80,070
	07-Apr	0	165,0	28,0	80,070	
	14-Sep	37	0,0	85,0	35,503	
2011	12-Jan	150	8,0	1,0	43,218	99,971
	09-Nov	41	200,0	8,0	99,971	
	18-Oct	0	0,0	150,0	45,483	
2012	23-Feb	90	0,0	36,0	34,582	60,881
	24-Jan	14	99,0	47,0	60,881	
	10-Nov	0	0,0	61,0	18,496	
2013	23-Feb	90	52,0	62,0	65,025	79,904
	12-Nov	63	146,0	0,0	79,904	
	11-Nov	15	25,0	147,0	59,363	

Tahun	Tanggal	Curah hujan (mm)			Rata-	Rmax
2014	04-Feb	106	5,0	175,0	83,106	83,106
	03-Feb	20	148,0	0,0	69,465	
	04-Feb	106	5,0	175,0	83,106	
2015	13-Feb	203	0,0	122,0	90,374	90,374
	19-Mar	64	106,0	46,0	76,763	
	13-Feb	203	0,0	122,0	90,374	
2016	04-Jan	196,00	0,0	215,0	116,732	116,732
	02-Oct	133,00	152,0	5,0	102,431	
	04-Jan	196,00	0,0	215,0	116,732	
2017	04-Apr	82,00	3,0	40,0	34,993	57,511
	07-Nov	0,00	103,0	11,0	48,019	
	16-Jan	7,00	13,0	165,0	57,511	
2018	10-Mar	88,00	16,5	39,0	42,124	46,687
	09-Mar	0,00	85,0	0,0	36,875	
	08-Dec	68,00	0,0	95,0	46,687	
2019	06-Feb	72,00	0,0	10,0	21,966	56,397
	09-Mar	0,00	130,0	0,0	56,397	
	08-Apr	14,00	0,0	109,0	36,732	
2020	20-Feb	98,00	0,0	68,0	46,389	46,389
	23-Jan	0,00	98,0	0,0	42,514	
	23-Feb	10,00	0,0	98,0	32,345	

Tabel 2. Perhitungan TC

No	Nama Subdas	Luas km ²	Panjang Sungai		Elv. Hulu (m)	Elv. Hilir (m)	Kemiringan (s)	TC (jam)
			(m)	(Km)				
1	SDG 13	0,666	1.230,485	1,230	144,000	48,000	0,08	0,21
2	SDG 14	7,553	10.760,649	10,761	222,000	24,000	0,02	1,92
3	SDG 18	10,392	9.611,186	9,611	448,000	129,000	0,03	1,41
4	SDG 18b	1,548	2.223,844	2,224	198,000	64,000	0,06	0,36
5	SDG 19	0,796	1.190,684	1,191	148,000	58,000	0,08	0,21
Total								4,10

TC = 4,10 jam, dibulatkan menjadi 4 jam

(Sumber: Muhammad, et al. 2021)

Analisis Curah Hujan Jam-jaman

Analisis CH jam-jaman menggunakan kalibrasi dari 2 stasiun hujan. Stasiun yang digunakan adalah Stasiun Hujan Ungaran (hulu) data tahun 2019 dan Stasiun Hujan Pemali Juana (hilir) data tahun 2020. Dikarenakan hasil TC adalah 4 jam, maka data

yang digunakan adalah data CH 4 jam. Rekap data tersebut ditampilkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

.Tabel 3. Rekap data CH jam-jaman (4 jam) Stasiun Hujan Ungaran tahun 2019

No	Tanggal	Jam	CH Jam ke (mm)				
			0	1	2	3	4
1	09/01/2019	11:00:00	0	0,5	0,5	0,5	0,5
2	19/01/2019	15:00:00	0	0,5	0,5	0,5	0,5
3	09/02/2019	16:00:00	0	0,5	0,5	0,5	0,5
4	22/03/2019	18:00:00	0	0,5	0,5	1	0,5
5	22/03/2019	23:00:00	0	0,5	0,5	1	0,5
6	02/04/2019	11:00:00	0	0,5	0,5	0,5	1
7	09/04/2019	21:00:00	0	0,5	0,5	1	1

(Sumber: BBWS Pemali Juana, 2021)

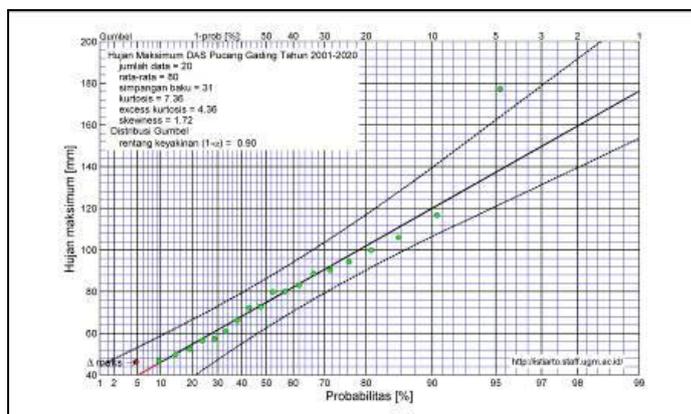
Tabel 4. Rekap data CH jam-jaman (4 jam) Stasiun Hujan Pemali Juana tahun 2020

No	Tanggal	Jam	CH Jam ke (mm)				
			0	1	2	3	4
1	01/01/2020	16:00:00	0	1	1,5	3	1
2	05/02/2020	14:00:00	0	10,5	0,5	1	0,5
3	11/02/2020	16:00:00	0	0,5	42	5,5	0,5
4	15/02/2020	10:00:00	0	1	11,5	0,5	0,5
5	06/03/2020	07:00:00	0	0,5	0,5	0,5	0,5

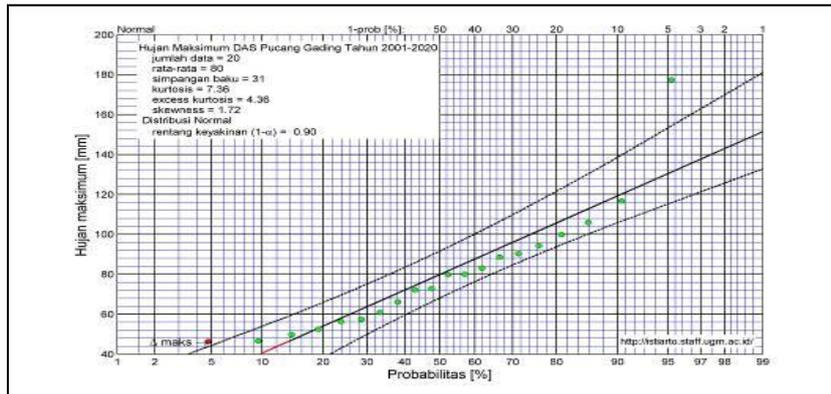
(Sumber: BBWS Pemali Juana, 2021) **Analisis Distribusi dan Penentuan Jenis Sebaran**

Analisis dan uji sebaran menggunakan dilakukan menggunakan perangkat lunak Aprob. Analisis sebaran menggunakan 4 metode yaitu: metode Normal, Gumbel, Log Pearson III dan Log Normal. Uji sebaran menggunakan metode Smirnov-Kolmogorov dan Chi Kuadrat. Hasil dari analisis dan uji sebaran ditampilkan pada Gambar 3 sampai dengan Gambar 7.

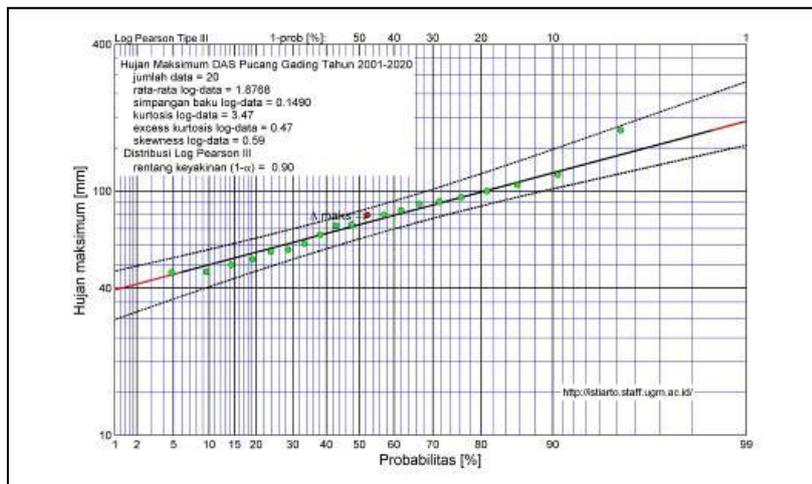
Metode yang digunakan adalah Gumbel, karena diantara 4 metode tersebut yang memiliki simpangan atau selisih maksimum terkecil adalah Gumbel.



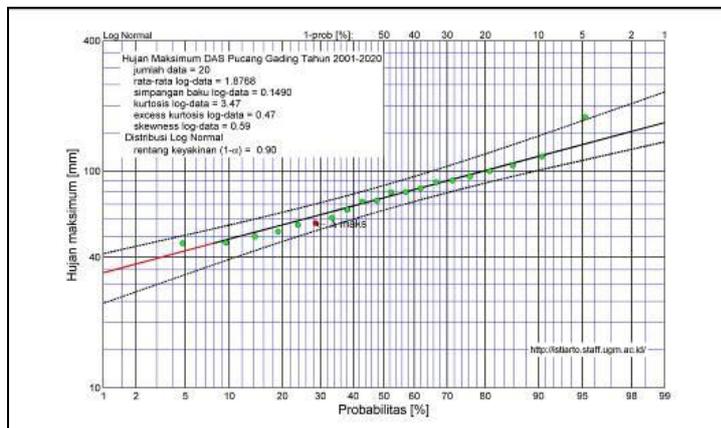
Gambar 3. Hasil analisis Metode Gumbel.



Gambar 4. Hasil analisis Metode Normal.



Gambar 6. Hasil analisis Metode Log Person III.



Gambar 6. Hasil analisis Metode Log Normal.

Uji kecocokan terhadap sebaran data teoretis, $\alpha = 0.10$ (tingkat keyakinan $1-\alpha = 0.90$)

	Gumbel	Log Normal	Log Pearson III	Normal
Smirnov-Kolmogorov	lulus	lulus	lulus	lulus
Selisih maksimum	0.055	0.070	0.078	0.090
Chi-kuadrat	lulus	lulus	lulus	lulus
Chi-2 maksimum	1.000	2.400	2.400	2.400

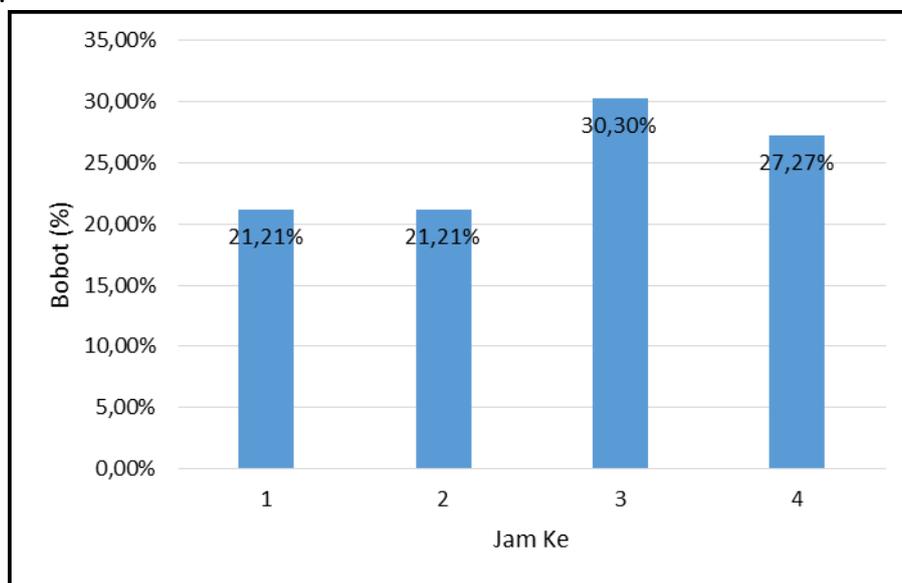
Estimasi besaran menurut berbagai nilai kala ulang [tahun]

Kala ulang	Gumbel	Log Normal	Log Pearson III	Normal
2	75	75	73	80
5	102	101	99	106
10	120	117	119	119
20	137	132	139	130
50	160	152	169	143
100	176	167	193	151
200	193	182	220	159
500	215	202	259	168
1000	232	217	292	175

Gambar 7. Hasil analisis dan Uji Distribusi.

Perhitungan Curah Hujan Jam-jaman

Perhitungan curah hujan jam-jaman dengan kalibrasi stasiun hujan terdekat yaitu sisi hulu Stasiun Hujan Ungaran dan sisi hilir Stasiun Hujan Pemali Juana. Hasil dari kalibrasi stasiun hujan sisi hulu diagramnya ditampilkan pada Gambar 8 dan Tabel 5. Hasil dari kalibrasi stasiun hujan sisi hilir diagramnya ditampilkan pada Gambar 9 dan Tabel 6.

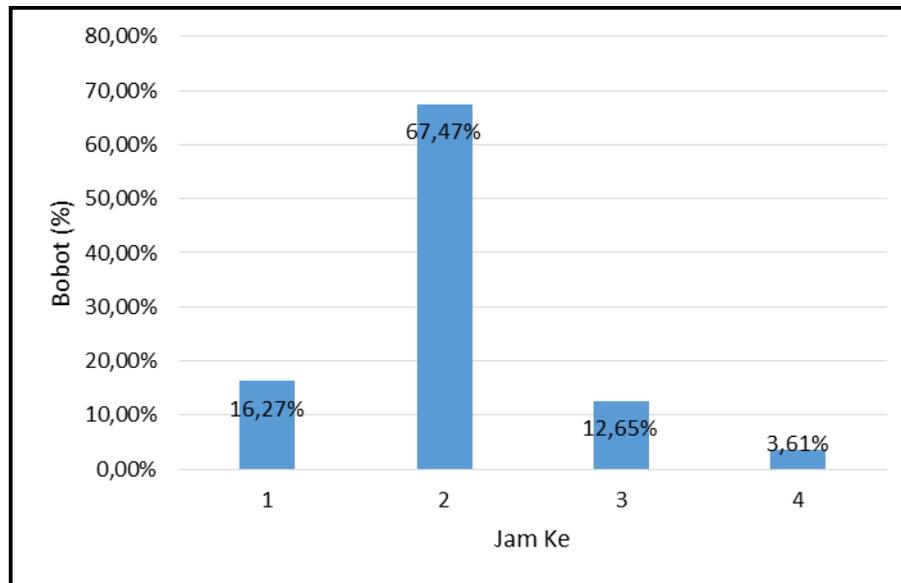


Gambar 8. Hasil kalibrasi stasiun hujan hulu (Ungaran).

Tabel 5. Perencanaan hujan kala ulang hasil kalibrasi stasiun hujan hulu.

CH Harian Jam Ke	Bobot	CH Harian Kala Ulang (mm)					
		2	5	10	20	50	100
1	21,21%	75,00	102,00	120,00	137,00	160,00	176,00
		15,91	21,64	25,45	29,06	33,94	37,33

2	21,21%	15,91	21,64	25,45	29,06	33,94	37,33
3	30,30%	22,73	30,91	36,36	41,52	48,48	53,33
4	27,27%	20,45	27,82	32,73	37,36	43,64	48,00



Gambar 9. Hasil kalibrasi stasiun hujan hilir (Pemali Juana).

Tabel 6. Perencanaan hujan kala ulang hasil kalibrasi stasiun hujan hilir.

CH Harian Jam Ke	Bobot	CH Harian Kala Ulang (mm)					
		2	5	10	20	50	100
		75,00	102,00	120,00	137,00	160,00	176,00
1	16,27%	12,20	16,59	19,52	22,28	26,02	28,63
2	67,47%	50,60	68,82	80,96	92,43	107,95	118,75
3	12,65%	9,49	12,90	15,18	17,33	20,24	22,27
4	3,61%	2,71	3,69	4,34	4,95	5,78	6,36

Pembahasan

Berdasar pada Gambar 8 dan Gambar 9 dapat dilihat perbedaan hasil kalibrasinya. Pada Gambar 8 yang merupakan hasil kalibrasi stasiun hujan hulu (Ungaran) menghasilkan grafik yang lebih datar atau landai distribusi jam-jamannya, sedangkan pada Gambar 9 yang merupakan hasil kalibrasi stasiun hujan hilir (Pemali Juana) menghasilkan grafik naik yang tinggi pada jam ke 2 (67,47%) kemudian turun curam pada jam ke 3 (12,65%). Hasil perbandingannya dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil perbandingan kalibrasi stasiun hujan hulu dan hilir.

CH Harian Jam Ke	Bobot Kasil Kalibrasi Stasiun Hujan Hulu	Bobot Kasil Kalibrasi Stasiun Hujan Hilir
1	21,21%	16,27%
2	21,21%	67,47%
3	30,30%	12,65%

4	27,27%	3,61%
---	--------	-------

D. Penutup

Berdasar pada analisis dan kalibrasi yang dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil kalibrasi menggunakan stasiun hujan hulu (Ungaran) menghasilkan distribusi yaitu jam ke 1 = 21,21%, jam ke 2 = 21,21%, jam ke 3 = 30,30% dan jam ke 4 = 27,27%. Sehingga pada hujan kala ulang 100 tahun (R100) distribusi jam-jamannya menjadi jam ke 1 = 37,33 mm, jam ke 2 = 37,33 mm, jam ke 3 = 53,33 mm dan jam ke 4 = 48,00 mm.
2. Hasil kalibrasi menggunakan stasiun hujan hilir (Pemali Juana) menghasilkan distribusi yaitu jam ke 1 = 16,27%, jam ke 2 = 67,47%, jam ke 3 = 12,65% dan jam ke 4 = 3,61%. Sehingga pada hujan kala ulang 100 tahun (R100) distribusi jam-jamannya menjadi jam ke 1 = 28,63 mm, jam ke 2 = 118,75 mm, jam ke 3 = 22,27 mm dan jam ke 4 = 6,36 mm.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Alloh, Rosululloh Muhammad, para Dosen yang telah membimbing, teman-teman yang telah memberikan saran serta referensi dan banyak pihak yang telah membantu dalam penelitian yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Daftar Pustaka

- Andriawati, I. D., Rispiningtati, Juwono, P.T. (2015). Fektifitas Kegiatan Pengerukan Sedimen Waduk Wonogiri Ditinjau dari Nilai Ekonomi. *Jurnal Teknik Pengairan*. 6 (1), (55-65).
- Limantara, L.M. (2015). *Rekayasa Hidrologi*. Yogyakarta: Andi.
- Muhammad, N.F., Darsono, S., Suharyanto, Supriyanto, A. (2021). Analisis Reduksi Debit Banjir di Dalam DAS Pucang Gading. *Rang Teknik Journal*. 4 (2), 220-228.
- Rachman, R.A., Suhardjono, Juwono, P.T., (2014). Studi Pengendalian Banjir di Kecamatan Kepanjen dengan Sumur Resapan. *Jurnal Teknik Pengairan*. 5 (1), 79-90.
- Susilowati, Pratama, L.A., Kurniani, D., Darsono, S. (2014). Perancangan Check Dam Pramuka untuk Mengatasi Sedimentasi di Banjir Kanal Barat Kota Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*. 3 (1), 194-202.
- Triatmodjo, B. (2009). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta. Andi.
- Yudi, R.K., Nugroho, A. M., Darsono, S., Wulandari, D.A. (2017). Perencanaan Sistem Polder Wilayah Semarang Timur. *Jurnal Karya Teknik Sipil*. 6 (2), 265-275.